

(57) Abrégé

Procédé de fabrication d'un tuyau à base de matière plastique comportant dans sa paroi au moins un fil métallique continu (11), dans lequel la matière plastique est extrudée à travers une filière (1) comportant un tronçon divergent (5) et un tronçon de géométrie constante (7), consécutif au précédent et disposé dans l'axe de celui-ci, ainsi qu'au moins un canal latéral (12) par lequel on introduit le fil métallique (11) dans l'espace intérieur de la filière, à proximité de l'extrémité la plus large du tronçon divergent (5), de façon à ce que le fil s'insère précisément dans la paroi du tuyau en cours d'extrusion et soit entraîné avec celui-ci.

# **UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION**

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Autriche	GB	Royaume-Uni	MR	Mauritanie
AU	Australie	GE	Géorgie	MW	Malawi
BB	Barbade	GN	Guinée	NE	Niger
BE	Belgique	GR	Grèce	NL	Pays-Bas
BF	Burkina Faso	HU	Hongrie	NO	Norvège
BG	Bulgarie	IE	Irlande	NZ	Nouvelle-Zélande
BJ	Bénin	IT	Italie	PL	Pologne
BR	Brésil	JP	Japon	PT	Portugal
BY	Bélarus	KE	Kenya	RO	Roumanie
CA	Canada	KG	Kirghizistan	RU	Fédération de Russie
CF	République centrafricaine	KP	République populaire démocratique de Corée	SD	Soudan
CG	Congo	KR	République de Corée	SE	Suède
CH	Suisse	KZ	Kazakhstan	SI	Slovénie
CI	Côte d'Ivoire	LJ	Liechtenstein	SK	Slovaquie
CM	Cameroon	LK	Sri Lanka	SN	Sénégal
CN	Chine	LU	Luxembourg	TD	Tchad
CS	Tchécoslovaquie	LV	Lettonie	TG	Togo
CZ	République tchèque	MC	Monaco	TJ	Tadjikistan
DE	Allemagne	MD	République de Moldova	TT	Trinité-et-Tobago
DK	Danemark	MG	Madagascar	UA	Ukraine
ES	Espagne	ML	Mali	US	Etats-Unis d'Amérique
FI	Finlande	MN	Mongolie	UZ	Ouzbékistan
FR	France			VN	Viet Nam
GA	Gabon				

Procédé de fabrication d'un tuyau à base de matière plastique.  
filière d'extrusion et tuyau

La présente invention concerne un procédé de fabrication d'un tuyau à base de matière plastique, et plus précisément d'un tuyau comportant au sein de sa paroi un ou plusieurs fils métalliques continus permettant notamment d'en faciliter la détection après son enfouissement dans le sol.

5 L'invention s'étend également à la filière pour la mise en oeuvre du procédé et à des tuyaux extrudés comportant un ou plusieurs fils continus disposés avec précision au sein de leur paroi.

De tels tuyaux sont notamment destinés à être utilisés comme conduits de protection pour câbles de télécommunication, mais peuvent également être utilisés, plus classiquement, pour véhiculer des fluides. Leur détection 10 est destinée notamment à éviter d'endommager les tuyaux enterrés lors de modifications ou de réparations du réseau, ou encore lorsque des travaux de terrassement ou de voirie sont exécutés à leur proximité.

La présence d'un fil métallique peut encore servir à localiser une éventuelle rupture d'un tuyau. Cette localisation peut notamment s'effectuer 15 en reliant le fil métallique à un générateur à haute fréquence : le fil joue alors le rôle d'une antenne et il est possible, au moyen d'un récepteur portatif, de suivre le trajet du tuyau jusqu'à l'endroit de la rupture, au-delà duquel plus aucun signal n'est détecté. A cette fin, il est évidemment 20 nécessaire d'assurer l'interconnexion des fils des différents tronçons de tuyau, au cas où plusieurs d'entre eux sont raccordés les uns aux autres.

Dans le document BE-A-717067, on décrit des tuyaux flexibles munis de conducteurs servant à éviter ou à réduire le risque de formation de charges d'électricité statique dans les tuyaux. Selon ce document, un tuyau 25 flexible comporte un ruban conducteur qui est appliqué sur la paroi intérieure ou extérieure du tuyau pendant son extrusion.

Dans le document EP-A-0159307, on décrit une technique consistant à incorporer un fil ou une bande métallique dans la paroi d'un tuyau en utilisant une filière d'extrusion pourvue, à sa sortie, c'est-à-dire dans une 30 zone où la matière plastique n'est pratiquement plus sous pression et est déjà partiellement solidifiée, d'un canal oblique par lequel est introduit un

fil métallique, préalablement chauffé.

Le fil est entraîné à la vitesse adéquate à l'aide de rouleaux et éventuellement de contre-rouleaux d'appui, situés juste avant l'entrée du fil dans la filière d'extrusion.

5        Selon la forme d'exécution décrite à la Figure 1 dudit document, le fil est solidarisé en continu à la paroi extérieure d'un tuyau. Le fil qui a été préalablement chauffé est entraîné par lesdits rouleaux dans un canal rectiligne incliné par rapport à l'axe de la filière d'extrusion d'un angle de l'ordre de 30°, qui débouche à la sortie de la filière.

10       Le fil préchauffé est appliqué sur la paroi du tuyau qui est encore déformable juste avant de quitter la tête de la filière, à partir de sa face extérieure. Le fil conducteur est donc (ainsi que représenté à la Figure 2) incorporé seulement partiellement dans la paroi du tuyau, et affleure généralement à sa surface extérieure. Cette technique rend en outre nécessaire  
15       un réglage précis et une synchronisation de la vitesse d'alimentation du fil et de la vitesse d'extrusion du tuyau.

      Dans le document EP-A-0449795 on se réfère au document précédent en laissant entendre que cette technique présente des inconvénients, notamment le fait que le fil n'est pas incorporé de manière régulière et  
20       fiable dans la paroi, en particulier si l'on ne contrôle pas parfaitement les paramètres opératoires, notamment la température du fil et de la matière constituant la paroi. C'est pour cette raison que ce document propose une autre technique consistant à creuser une gorge dans la paroi d'un tuyau, à y déposer un fil métallique et ensuite à combler ladite gorge par extrusion  
25       d'une bandelette. Ceci exige, pour pouvoir travailler dans de bonnes conditions, de pratiquer une gorge assez profonde et donc de réaliser des parois d'une épaisseur relativement importante. De plus, cette technique est onéreuse, lente et constitue une étape non intégrée au processus d'extrusion. En outre, même si elle est ultérieurement comblée, la gorge creusée dans la  
30       paroi du tuyau amoindrit la résistance mécanique de celui-ci, par effet d'entaille. Par ailleurs, le comblement de la gorge par extrusion d'une bandelette crée généralement à la surface du tuyau une irrégularité géométrique qui peut nuire à l'étanchéité en cas de raccordement. Enfin, cette technique ne garantit pas un positionnement précis du fil au sein de la paroi  
35       du tuyau. La précision de ce positionnement est cependant généralement souhaitable, en particulier dans la perspective de l'interconnexion des fils de

différents tuyaux que l'on raccorde.

La présente invention vise à fournir une technique et en particulier un procédé et un dispositif permettant de manière simple et fiable d'incorporer un ou plusieurs fils métalliques continus dans la paroi de tuyaux à base de matière plastique, en obviant aux inconvénients des solutions proposées dans l'état de la technique.

L'invention vise en particulier à permettre une incorporation complète et régulière du fil dans la paroi du tuyau, en particulier en évitant qu'il n'affleure à la surface de cette paroi (auquel cas il risque de se détériorer soit lors de sa pose par effet mécanique, soit après sa pose par effet de corrosion) et en évitant qu'il ne doive être situé à une profondeur trop importante dans la paroi du tube, ce qui peut réduire sa résistance mécanique.

Le choix approprié des conditions opératoires d'extrusion, et en particulier l'utilisation d'une filière spécifique, permet d'incorporer simplement et avec précision un ou plusieurs fils métalliques au sein de la paroi de tuyaux du type mentionné.

De manière plus précise, l'invention concerne un procédé de fabrication d'un tuyau à base de matière plastique comportant dans sa paroi au moins un fil métallique continu, dans lequel la matière plastique est extrudée à travers une filière, qui se caractérise en ce que la filière comporte un tronçon divergent et un tronçon de géométrie constante, consécutif au précédent et disposé dans l'axe de celui-ci, ainsi qu'au moins un canal latéral par lequel on introduit le fil métallique dans l'espace intérieur de la filière, à proximité de l'extrémité la plus large du tronçon divergent, de façon à ce que le fil s'insère précisément dans la paroi du tuyau en cours d'extrusion et soit entraîné avec celui-ci.

Le procédé est applicable en principe à toute matière plastique habituellement utilisée pour la fabrication de tuyaux. Par matière plastique, on entend désigner tout polymère thermodurcissable ou thermoplastique, ou tout mélange de tels polymères, comprenant éventuellement en outre des additifs conventionnels tels qu'adjuvants de mise en oeuvre, antioxydants, lubrifiants, anti-UV, pigments, matières de charge, fibres de renforcement, etc. On préfère utiliser un ou plusieurs polymères thermoplastiques, tels que par exemple des polymères du chlorure du vinyle ou d'alpha-oléfinés. Parmi les polymères d'alpha-oléfinés, on préfère utiliser le polyéthylène

(PE). On préfère tout particulièrement utiliser du PE de haute densité (PEHD).

5 Le procédé peut être utilisé pour fabriquer des tuyaux souples ou rigides. Dans le cas de tuyaux destinés à servir de conduits de protection, il est préférable que ces tuyaux soient rigides, ou mieux encore qu'ils  
10 présentent une rigidité annulaire initiale d'au moins  $8 \text{ kN/m}^2$ , tout en résistant à une pression d'au moins 10 bars. La rigidité annulaire initiale est définie comme valant  $E / (12 \cdot (\text{SDR} - 1)^3)$ , où E désigne le module d'élasticité de la matière utilisée et SDR le rapport diamètre extérieur / épaisseur du tuyau (norme ISO 9969).

15 Le fil métallique utilisé peut être essentiellement constitué d'un métal ou alliage métallique quelconque, par exemple à base de cuivre. Par "fil continu", on entend indiquer que sa longueur est élevée, par exemple de plusieurs dizaines ou centaines de mètres ; généralement, le fil a la même longueur que le tuyau auquel il est incorporé.

20 La filière dont il est question présente la plupart des caractéristiques des filières classiquement utilisées pour l'extrusion de tuyaux. Il s'agit d'un dispositif que l'on place généralement dans l'axe de la sortie d'une extrudeuse, comprenant une cavité intérieure le traversant de part en part selon cet axe, un noyau étant également disposé selon cet axe dans cette cavité intérieure, de manière à définir un espace intérieur par où puisse s'écouler la matière plastique en fusion provenant de l'extrudeuse.

25 L'espace intérieur de la filière comporte plusieurs tronçons. Chacun d'entre eux présente des sections transversales qui sont topologiquement équivalentes à un anneau, de manière à permettre l'extrusion de tuyaux creux. Ces sections transversales peuvent notamment être annulaires, avoir la forme d'ellipses épaissies ou celle de carrés épaissis, selon que l'on désire respectivement fabriquer des tuyaux de section circulaire, elliptique ou carrée. Ces exemples ne sont pas limitatifs.

30 De manière correspondante, le tronçon divergent a de préférence une forme générale approximativement tronconique dans le cas de l'extrusion de tuyaux de section circulaire, la forme d'une pyramide tronquée dans le cas de l'extrusion de tuyaux de section polygonale, etc. Il n'est cependant pas indispensable que la forme de la section transversale du tronçon divergent  
35 soit identique à celle du tronçon de géométrie constante qui le suit, qui détermine essentiellement la section du tuyau obtenu.

Par "tronçon de géométrie constante", on désigne une zone de l'espace intérieur de la filière dont la section transversale est sensiblement identique sur toute la longueur. Dans certains cas, on prévoit cependant une légère diminution de l'épaisseur de cette zone (entrefer), d'une valeur modérée toutefois, afin d'éviter que le fil ne vienne affleurer à la surface intérieure du tuyau. Dans le cas, le plus courant, de filières destinées à l'extrusion de tuyaux de section circulaire, la section transversale de ce tronçon a une forme annulaire. Ce tronçon de géométrie constante a de préférence une longueur suffisante, de sorte que l'écoulement de la matière plastique en cours d'extrusion devienne pratiquement stable en un endroit situé avant l'extrémité de sortie de la filière.

Le canal latéral débouche dans l'espace intérieur de la filière à proximité de l'extrémité la plus large du tronçon divergent, c'est-à-dire à proximité de l'endroit où la géométrie de l'espace intérieur de la filière devient sensiblement constante. Ceci permet de réduire au minimum les perturbations de l'écoulement de matière plastique, qui se stabilise progressivement au fur et à mesure de sa progression dans le tronçon de géométrie constante, et évite notamment de créer des hétérogénéités qui pourraient réduire localement la résistance mécanique du tuyau.

De manière avantageuse la section transversale de l'espace intérieur de la filière, c'est-à-dire la superficie dont dispose la matière plastique fondue pour s'écouler, reste approximativement constante tout au long de la filière.

On peut utiliser un ou plusieurs fils. Avantageusement, pour des raisons de sécurité, on prévoit au moins deux fils métalliques par tuyau. Ceci est aisément réalisable selon l'invention, grâce à un procédé tel que défini ci-dessus dans lequel au moins deux fils métalliques sont amenés par des canaux latéraux individuels débouchant dans l'espace intérieur de la filière. Généralement, un seul fil métallique est introduit par chaque canal latéral.

Dans la suite de la présente description, les références à un canal et à un fil se comprendront comme désignant, le cas échéant, chacun des canaux et des fils, le singulier n'étant utilisé que pour des raisons de commodité.

Le canal latéral d'introduction du fil est avantageusement configuré de manière à déboucher dans l'espace intérieur de la filière sensiblement parallèlement à l'axe de la filière. On assure ainsi un positionnement précis du fil au sein de la paroi du tuyau, au contraire des variantes dans lesquelles

le fil est introduit obliquement, dans lesquelles sa position exacte au sein de la paroi dépend surtout d'autres facteurs tels que sa rigidité ou la viscosité de la matière plastique fondue.

5 Le fil métallique est avantageusement introduit dans l'espace intérieur de la filière par un canal latéral curviligne.

Le fil métallique peut avoir été préalablement chauffé. Cette opération n'est cependant pas indispensable, car le procédé de l'invention ne consiste pas à enfoncer extérieurement un fil métallique dans la paroi déjà partiellement solidifiée d'un tuyau mais, au contraire, consiste plutôt à "injecter"  
10 le fil à l'emplacement voulu au sein de la paroi du tuyau en cours d'extrusion.

Lors du démarrage, le fil peut être entraîné directement par la matière après une simple poussée manuelle, ce qui évite le recours à des systèmes d'entraînement et élimine tout problème de synchronisation. En outre,  
15 l'amorçage est aisé et le fil est ensuite simplement entraîné à mesure de l'extrusion du tuyau. Afin d'assurer une tension adéquate dans le fil, la bobine sur laquelle celui-ci est enroulé est avantageusement pourvue d'un dispositif de freinage.

La technique permet la réalisation de différents types de tuyaux. Elle  
20 peut être combinée avec l'utilisation d'un feedblock de coextrusion permettant le recyclage de matière ou la réalisation de couches de différentes couleurs, voire même de réaliser une ou plusieurs bandes de couleur différente, pouvant servir à repérer les conducteurs en cuivre. Elle peut encore être combinée avec l'utilisation d'un dispositif pour la réalisation,  
25 sur la surface intérieure du tuyau, de nervures destinées à réduire le frottement du ou des câbles que l'on souhaite y insérer. En particulier, des nervures ayant la forme de tronçons hélicoïdaux de sens de rotation alternés peuvent être réalisées en disposant à l'extrémité du noyau une roue rainurée mue d'un mouvement de rotation alternatif.

30 L'étape d'extrusion décrite ci-dessus peut éventuellement être suivie d'autres étapes connues en soi, par exemple d'une étape de calibrage et/ou de marquage et/ou d'enroulement, etc. Lorsque le tuyau doit être enroulé sur une bobine, on tente de préférence de faire en sorte que le ou les fils métalliques incorporés au sein de sa paroi ne subissent pas de contraintes  
35 excessives. En particulier, dans le cas de tuyaux comportant un seul fil ou 2 fils diamétralement opposés, il est souhaitable que le diamètre du tuyau



- 7 -

passant par l(es) axe(s) de ce(s) fil(s) soit parallèle à l'axe de la bobine.

Il est encore possible, classiquement, d'accroître la résistance à la pression des tuyaux ainsi obtenus en enroulant hélicoïdalement à leur surface une ou plusieurs bandes de renforcement, constituées par exemple de fibres de verre continues enrobées d'une matière thermoplastique.

5 Par le procédé de l'invention, il devient possible de réaliser de manière simple des tuyaux à base de matière plastique comportant au sein de leur paroi un ou plusieurs fils métalliques destinés notamment à en faciliter la détection après leur enfouissement dans le sol, présentant la caractéristique que lesdits fils sont disposés de manière régulière au sein de la paroi du  
10 tuyau à une profondeur de l'ordre de 0,5 à 1 mm.

De plus amples détails relatifs à la filière utilisée dans le procédé de l'invention sont donnés ci-dessous.

Ainsi qu'il a été indiqué, l'invention porte également sur une filière  
15 d'extrusion adaptée pour la mise en oeuvre du procédé.

De manière plus précise, l'invention concerne également une filière pour l'extrusion de tuyaux à base de matière plastique, comportant un tronçon divergent et un tronçon de géométrie constante, consécutif au précédent et disposé dans l'axe de celui-ci, qui se caractérise en ce qu'elle  
20 comprend en outre au moins un canal latéral d'introduction d'un fil métallique dans l'espace intérieur de la filière, y débouchant à proximité de l'extrémité la plus large du tronçon divergent.

Ces caractéristiques de la filière sont détaillées ci-dessus.

Selon une variante préférée, le tronçon divergent comprend essentiellement une zone dont l'angle de demi-ouverture par rapport à l'axe de la  
25 filière est supérieur à 35°, de préférence supérieur à 40°, et inférieur à 55°, de préférence inférieur à 50°. Selon une variante avantageuse, ledit tronçon divergent se raccorde aux tronçons adjacents de manière progressive, sans arêtes vives. Le tronçon divergent peut notamment présenter une forme  
30 tronconique.

Si l'on souhaite fabriquer des tuyaux comportant plus d'un fil métallique au sein de leur paroi, on utilisera une filière comprenant au moins deux canaux latéraux individuels pour l'introduction d'au moins deux fils  
35 métalliques.

Afin d'assurer un positionnement extrêmement précis du fil métallique au sein de la paroi du tuyau, il est préférable de faire en sorte qu'il suive

autant que possible les lignes de flux de l'écoulement de la matière plastique, et en traverse le moins possible. C'est pourquoi, selon une variante préférée, le canal latéral débouche dans un ressaut de la surface extérieure de l'espace intérieur de la filière, disposé de manière à ne pas perturber de manière importante le flux de matière plastique dans la filière. On réduit ainsi d'une part les perturbations de l'écoulement de la matière plastique, qui peuvent, après solidification, affecter localement la résistance mécanique des tuyaux, et d'autre part la résistance que doit vaincre le fil métallique dans sa traversée des lignes de flux en direction de sa position définitive, dont les variations peuvent affecter la précision de ce positionnement.

Pour des raisons analogues, on préfère par ailleurs que le canal latéral débouche dans l'espace intérieur de la filière sensiblement parallèlement à son axe.

De même, il est avantageux que le canal latéral débouche au moins à une profondeur de 0,5 mm, et de préférence d'au moins 1 mm, par rapport à la surface extérieure du tronçon de géométrie constante. En effet, la traction à laquelle sont généralement soumis les tuyaux en cours d'extrusion provoque un léger étirage axial, qui peut conduire le ou les fils incorporés au sein de la paroi des tuyaux à se déplacer légèrement en direction de leur surface extérieure ; il est dès lors préférable que le ou les canaux latéraux d'introduction du ou des fils débouchent, par rapport à la surface extérieure des tuyaux, légèrement plus profondément que la position finale souhaitée du ou des fils.

Afin notamment de faciliter le déplacement du fil dans le canal latéral permettant son introduction dans l'espace intérieur de la filière, on préfère que le canal latéral soit curviligne. Pour la même raison, selon une variante avantageuse, le canal latéral est gainé intérieurement, sur au moins une partie de sa longueur, d'un tube de guidage de faible coefficient de frottement. Ce tube de guidage peut par exemple être essentiellement constitué, ou intérieurement revêtu, d'acier inoxydable.

La présente invention concerne également un tuyau à base de matière plastique, extrudé en une seule pièce, qui se caractérise en ce qu'il comporte au sein de sa paroi au moins un fil métallique continu disposé sensiblement parallèlement à son axe, à une profondeur d'au moins 0,5 mm, par rapport à la surface extérieure du tuyau.

La matière plastique répond à la définition donnée précédemment. Idéalement, la profondeur du fil est d'environ 0,5 à 1 mm. Cette profondeur est particulièrement commode dans la perspective de l'interconnexion des fils en cas de raccordement de tuyaux de ce type.

5 Un des avantages que présente un tel tuyau par rapport à ceux antérieurement connus est précisément qu'il est fabriqué d'une seule pièce. Ceci signifie que le fil métallique n'y a pas été incorporé par enfoncement après que le tuyau ait été extrudé. En effet, lorsque c'est le cas, la structure interne de la matière plastique est perturbée, ce qui provoque des  
10 hétérogénéités pouvant réduire la résistance mécanique du tuyau, et la surface extérieure du tuyau présente également une déformation au droit de l'emplacement du fil, pouvant nuire à l'étanchéité en cas de raccordements. Le tuyau n'a pas non plus subi le creusement puis le comblement d'une  
15 gorge dans sa paroi, qui ont également pour conséquence notamment d'affecter ses propriétés mécaniques et d'être visibles par simple observation de la surface extérieure du tuyau.

Une autre façon de caractériser ce tuyau consiste à préciser que sa surface extérieure ne présente, au droit du fil métallique, aucune protubérance de plus de 250  $\mu\text{m}$ , de préférence de plus de 100  $\mu\text{m}$ , ou même de  
20 plus de 50  $\mu\text{m}$ , de hauteur.

On notera que le tuyau ainsi défini peut notamment être obtenu en utilisant la filière décrite ci-dessus.

Le cas échéant, le fait que le tuyau soit extrudé en une seule pièce concerne bien entendu la partie du tuyau dans laquelle a été incorporé un ou  
25 plusieurs fils métalliques. Ainsi, par exemple, un tuyau multicouche obtenu en coextrudant une couche de finition de matière plastique autour d'un tuyau muni d'un fil métallique tel que défini ci-dessus répond à la définition de "tuyau extrudé en une seule pièce". De même, un tuyau muni d'un fil  
30 métallique et renforcé par une ou plusieurs bandes de renforcement, par exemple constituées de fibres de verre continues enrobées d'une matière thermoplastique, enroulées hélicoïdalement autour de lui, répond également à cette définition.

Lesdits tuyaux peuvent par ailleurs comporter des rainures internes, droites ou en hélices alternées, sans que cela n'affecte davantage la  
35 conformité à cette définition.

Il en va de même lorsque les tuyaux comportent en surface des bandes

construites de couleurs différentes destinées à faciliter le repérage des fils.

L'invention s'étend également aux assemblages comportant plusieurs tuyaux relevés entre eux par un ou plusieurs voiles thermoplastiques et comprenant au sein de leur paroi un ou plusieurs fils métalliques, conformément à ce qui a été exposé précédemment.

L'invention est illustrée de manière non-limitative par les variantes d'exécution représentées sur les figures annexées.

#### Description des figures

La figure 1 représente une vue schématique de face d'une filière selon l'invention pourvue de deux canaux latéraux diamétralement opposés, permettant l'introduction de 2 fils métalliques.

La figure 2 est une représentation en coupe selon A-A', c'est-à-dire selon le rayon A pour la partie de gauche et selon le rayon A' pour la partie de droite, de la filière représentée à la figure 1. Elle illustre la forme générale de l'espace intérieur de la filière, en particulier au niveau d'un des canaux d'introduction du fil (à droite).

La figure 3 représente en détail la façon dont est conçu l'une des canaux latéraux d'introduction du fil.

La figure 4 représente une coupe selon C-C dans la figure 3.

La figure 5 est une vue en coupe selon B-B au niveau du ressaut dans lequel l'un des canaux latéraux débouche dans l'espace intérieur de la filière.

La figure 6 est une coupe longitudinale à travers une filière conforme à l'invention, munie d'un canal latéral pour l'introduction d'un fil métallique.

Des repères de références identiques sont utilisés dans les différentes figures pour identifier des éléments identiques ou similaires.

La filière, représentée par le repère général 1, comporte une cavité intérieure de section circulaire, d'axe général 10, comprenant un tronçon d'amont 3 (dans le sens d'écoulement de la matière plastique) de diamètre D1, un tronçon divergent 5 et un tronçon d'aval 7, de diamètre constant D2. Cette cavité intérieure contient en outre un noyau 14, qui lui est coaxial, présentant une symétrie de révolution et définissant un espace intérieur de la filière ayant une forme annulaire.

Pour des raisons de clarté, le noyau 14 n'a pas été représenté sur les Figures 1 à 5.

Le demi-angle moyen  $\alpha$  d'ouverture de tronçon divergent 5, qui

présente ici une forme tronconique, est de l'ordre de  $45^\circ$ . Le raccordement du tronçon divergent 5 aux tronçons adjacents de diamètre D1 et D2 de l'espace intérieur de la filière est réalisé en évitant les arêtes vives, de manière à perturber le moins possible le flux de la matière plastique.

5 Dans la variante représentée à la Figure 6, un seul canal latéral 12 est prévu pour l'introduction d'un fil métallique dans l'espace intérieur de la filière.

10 Dans la forme d'exécution représentée à la Figure 1, on a prévu deux canaux latéraux 12 et 12' pour l'introduction de 2 fils métalliques, diamétralement opposés.

On notera que le diamètre extérieur de la partie 1a de la filière 1 est supérieur à celui de la partie 1b, ce qui permet de loger les canaux latéraux d'introduction des fils en assurant la résistance mécanique de la filière.

15 Selon la variante représentée aux figures 1 à 5, au niveau où chaque canal latéral 12 ou 12' débouche à proximité de l'extrémité du tronçon divergent 5 de l'espace intérieur de la filière 1, un ressaut 9 ou 9' aux formes extérieures hydrodynamiques est prévu à la surface extérieure de l'espace intérieur de la filière, à l'endroit où le tronçon divergent 5 se raccorde au tronçon d'aval 7, de géométrie constante.

20 Afin que chaque fil 11 soit introduit régulièrement et aisément dans l'espace intérieur de la filière 1, le canal latéral correspondant 12, 12' comporte avantageusement un tube de guidage curviligne 15 en acier inoxydable, de rayon de courbure élevé, qui permet la circulation du fil 11 en évitant son blocage par frottement. Le tube 15 communique avec un  
25 alésage 13 dans le ressaut 9, cet alésage étant agencé de manière à ce que le fil 11 pénètre dans le flux de la matière plastique (non représentée) à une profondeur de l'ordre de 2 mm, juste avant que l'écoulement ne se stabilise dans le tronçon d'aval 7, de géométrie constante, et ceci de manière sensiblement parallèle à l'axe général 10 de la filière.

30 Le tuyau obtenu à la sortie de la filière d'extrusion est ensuite calibré et enroulé sur une bobine (étapes non représentées). On procède à l'enroulement sur une bobine dont l'axe est parallèle au diamètre du tuyau défini par les deux fils, de façon à éviter que l'un des fils soit tendu et l'autre comprimé lors de l'enroulement sur la bobine.

35 Comme représenté à la figure 5, en coupe transversale (perpendiculairement à l'axe du tuyau), le ressaut 9 est de forme arrondie et ne

- 12 -

5 présente aucune arête vive. Chaque canal latéral 12, 12' est curviligne et intérieurement gainé d'un tube de guidage 15 en acier inoxydable, raccordé à un alésage 13 (convergent dans le sens de déplacement du fil 11) pratiqué dans le ressaut 9 de la paroi de l'espace intérieur de la filière 1. Le ressaut 9 comporte dans le sens axial une partie pointue 19 à son extrémité, afin de positionner avec précision le fil dans la paroi du tuyau (voir Figure 4).

Le tube de guidage 15 présente bien entendu un diamètre intérieur adapté à la dimension du fil 11 qu'il est destiné à guider, de même que l'alésage 13.

## REVENDICATIONS

1 - Procédé de fabrication d'un tuyau à base de matière plastique comportant dans sa paroi au moins un fil métallique continu (11), dans lequel la matière plastique est extrudée à travers une filière (1), caractérisé en ce que la filière comporte un tronçon divergent (5) et un tronçon de géométrie constante (7), consécutif au précédent et disposé dans l'axe de celui-ci, ainsi qu'au moins un canal latéral (12, 12') par lequel on introduit le fil métallique (11) dans l'espace intérieur de la filière, à proximité de l'extrémité la plus large du tronçon divergent (5), de façon à ce que le fil s'insère précisément dans la paroi du tuyau en cours d'extrusion et soit entraîné avec celui-ci.

2 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en outre en ce qu'il est appliqué à la fabrication d'un tuyau rigide.

3 - Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans lequel au moins deux fils métalliques (11) sont amenés par des canaux latéraux individuels (12, 12') débouchant dans l'espace intérieur de la filière (1).

4 - Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel le canal latéral (12) est configuré de manière à déboucher dans l'espace intérieur de la filière (1) sensiblement parallèlement à l'axe (10) de la filière (1).

5 - Procédé selon l'une quelconque des revendication 1 à 4, dans lequel le canal latéral (12) est curviligne.

6 - Filière pour l'extrusion de tuyaux à base de matière plastique, comportant un tronçon divergent (5) et un tronçon de géométrie constante, consécutif au précédent et disposé dans l'axe de celui-ci, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre au moins un canal latéral (12, 12') d'introduction d'un fil métallique dans l'espace intérieur de la filière (1), y débouchant à proximité de l'extrémité la plus large du tronçon divergent (5).

7 - Filière selon la revendication 6, dans laquelle le tronçon divergent (5) comprend essentiellement une zone dont l'angle de demi-ouverture par

rapport à l'axe de la filière est compris entre 35 et 55°.

8 - Filière selon l'une quelconque des revendications 6 ou 7, comprenant au moins deux canaux latéraux individuels (12, 12') pour l'introduction d'au moins deux fils métalliques (11).

5        9 - Filière selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, dans laquelle le canal latéral (12) débouche dans un ressaut (9) de la surface extérieure de l'espace intérieur de la filière disposé de manière à ne pas perturber de manière importante le flux de matière plastique dans la filière.

10       10 - Filière selon l'une quelconque des revendication 6 à 9, dans laquelle le canal latéral (12) débouche dans l'espace intérieur de la filière sensiblement parallèlement à son axe (10).

11 - Filière selon l'une quelconque des revendication 6 à 10, dans laquelle le canal latéral (12) est curviligne.

15       12 - Filière selon l'une quelconque des revendication 6 à 11, dans laquelle le canal latéral (12) est gainé intérieurement, sur au moins une partie de sa longueur, d'un tube de guidage (15) de faible coefficient de frottement.

20       13 - Tuyau à base de matière plastique, extrudé en une seule pièce, caractérisé en ce qu'il comporte au sein de sa paroi au moins un fil métallique continu disposé sensiblement parallèlement à son axe, à une profondeur d'au moins 0,5 mm par rapport à la surface extérieure du tuyau.



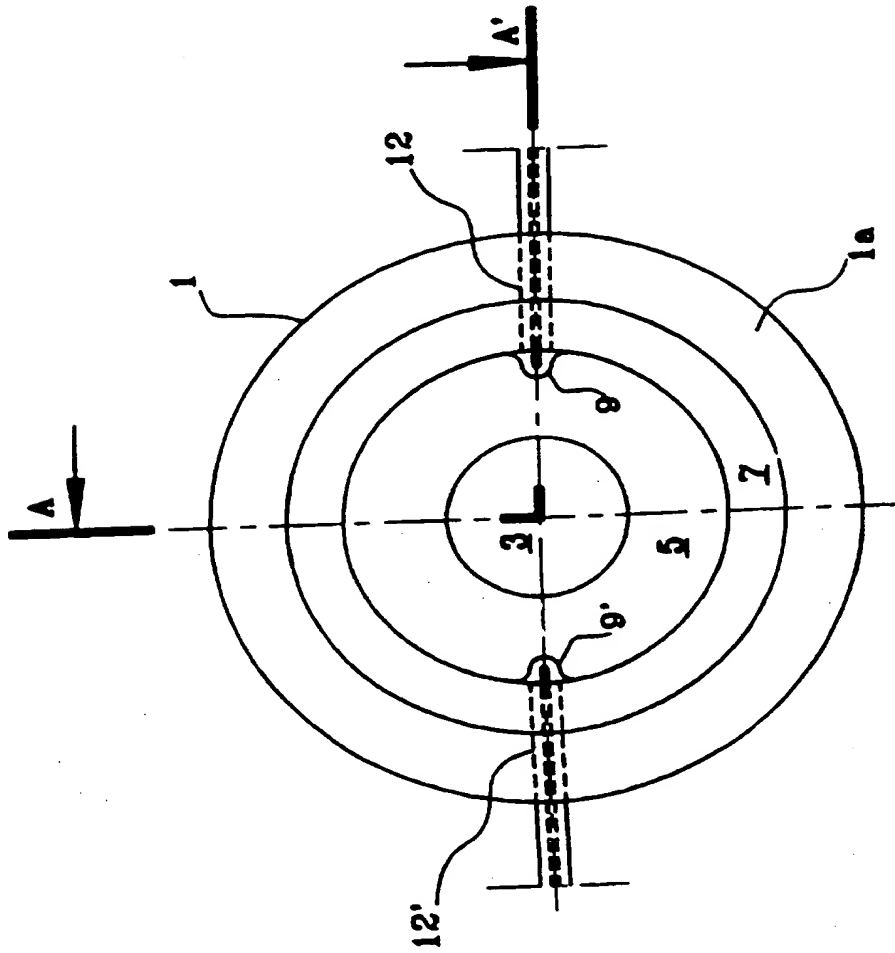


FIG. 1

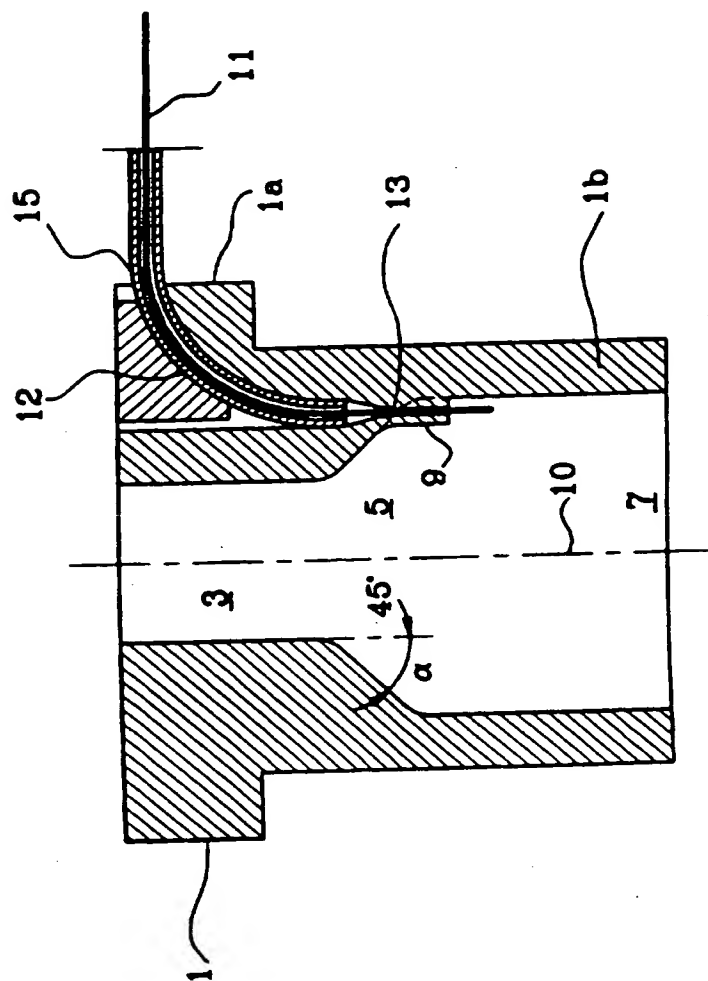
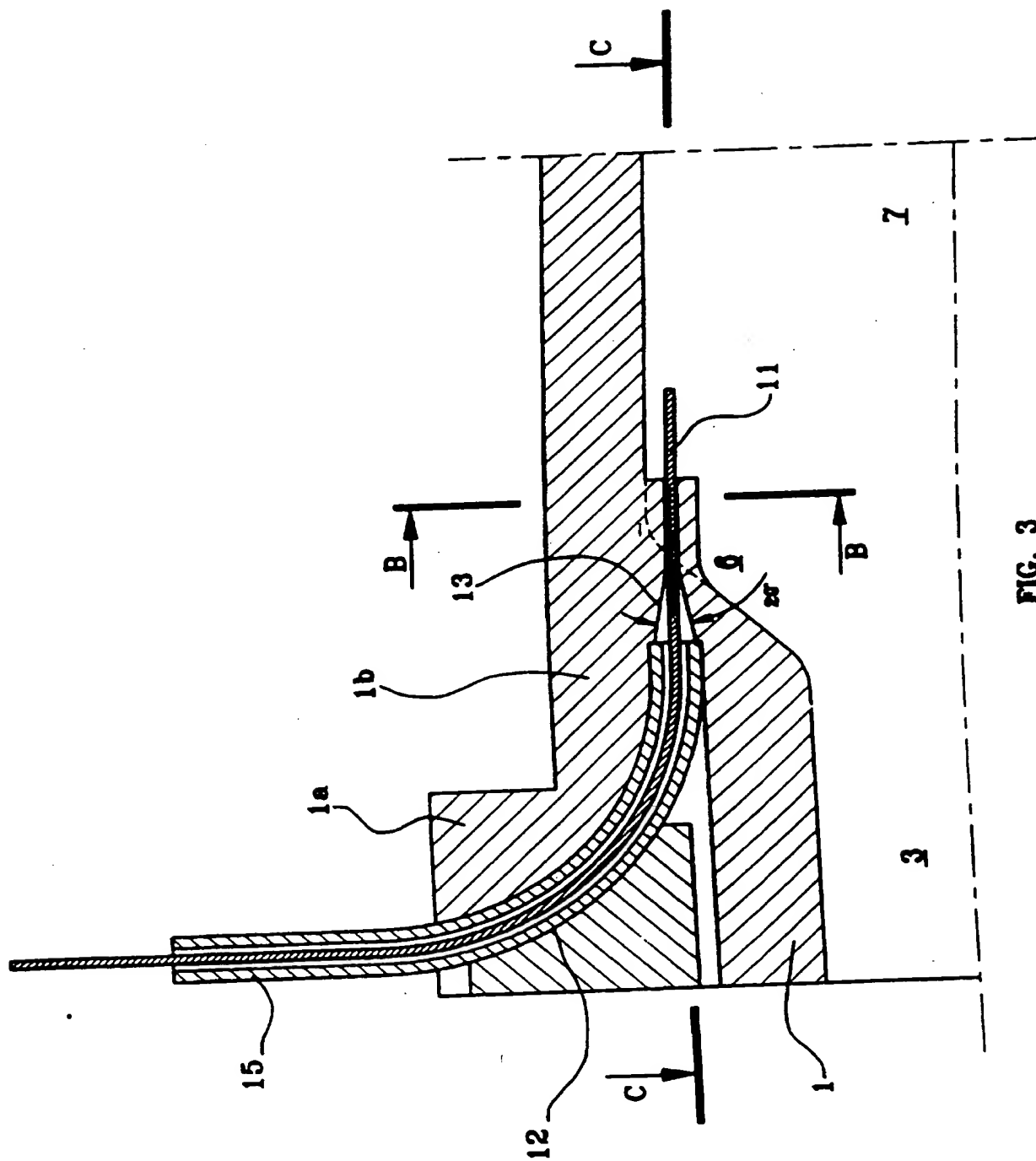


FIG. 2



**FIG. 3**

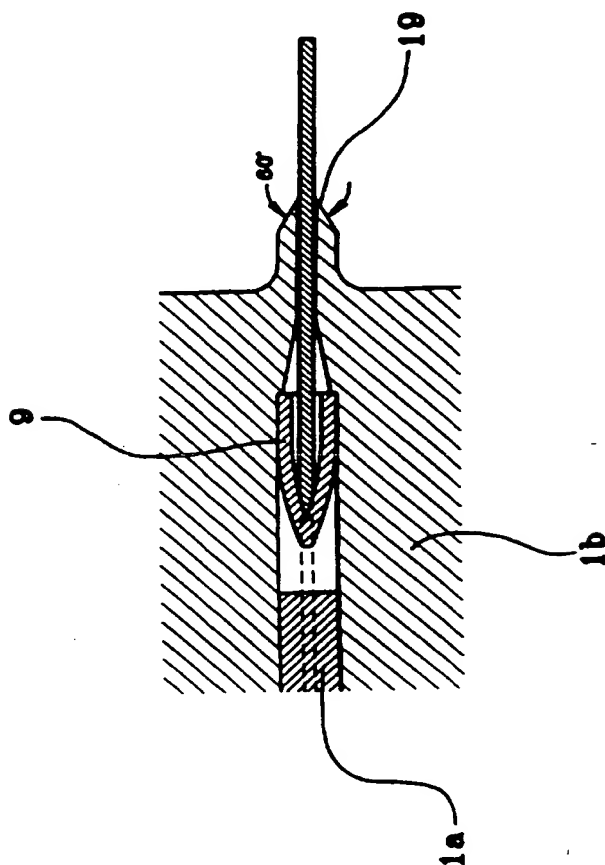


FIG. 4

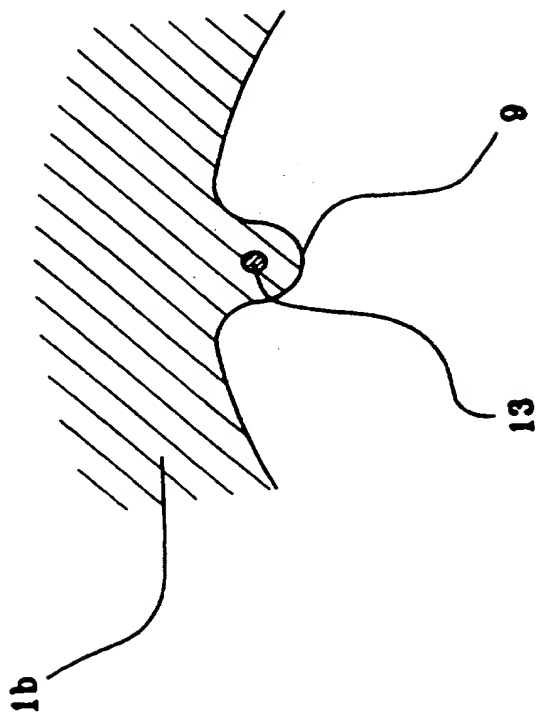


FIG. 5

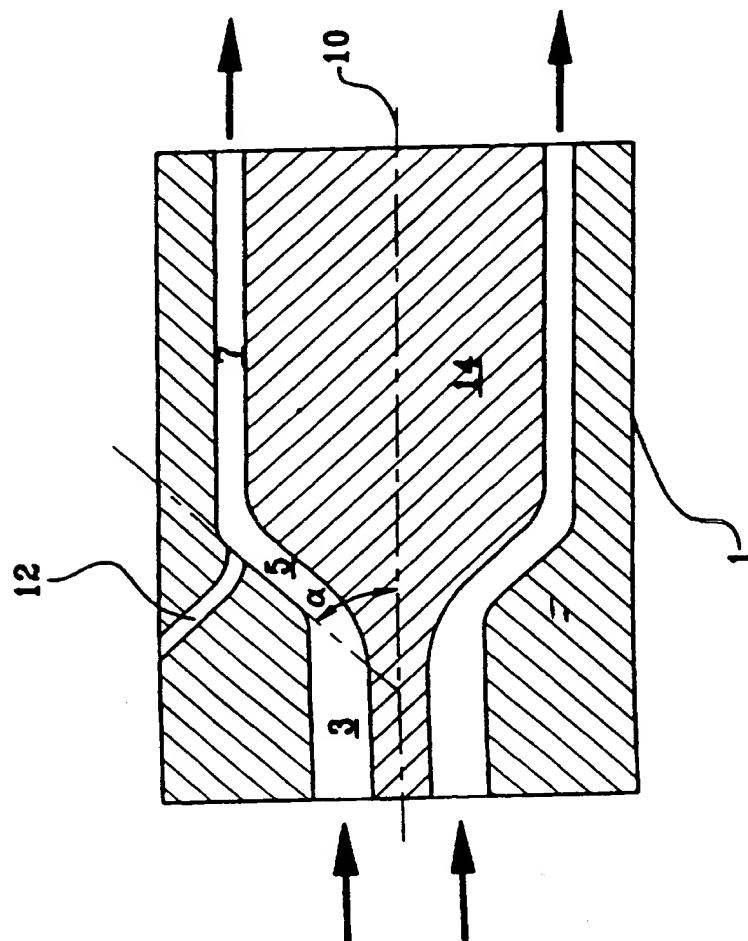


FIG. 6

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Appl. No.  
PCT/EP 95/04403

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 B29C47/02 F16L1/11

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 6 F16L B29C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR,A,2 579 926 (LEGEAIS, JOSEPH) 10 October 1986 see figures 1-4 see page 4, line 26 - page 5, line 18 see page 6, line 2 - line 5 ---	1-4, 6-10,13
X	EP,A,0 159 307 (KABEL- UND GUMMIWERKE A.G.) 23 October 1985 cited in the application see claims 3,4 see figure 1 ---	1,2,6
A	---	3-5,7-13
X	DE,A,22 48 441 (BERGEMANN, HANS) 11 April 1974 see the whole document ---	13
Y	---	1-12
	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- \* "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \* "E" earlier document but published on or after the international filing date
- \* "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \* "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \* "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \* "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \* "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \* "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- \* "Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 March 1996

Date of mailing of the international search report

14.03.96

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Jensen, K

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Appl. Application No  
PCT/EP 95/04403

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US,A,4 277 432 (WOINOWSKI) 7 July 1981 see the whole document	1-12
A	GB,A,2 190 458 (ATLAS POWDER COMPANY) 18 November 1987 see abstract see figures 1,2,4	1-12



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Intern. Application No

PCT/EP 95/04403

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR-A-2579926	10-10-86	NONE	
EP-A-159307	23-10-85	BE-A- 899206	16-07-84
DE-A-2248441	11-04-74	NONE	
US-A-4277432	07-07-81	NONE	
GB-A-2190458	18-11-87	AT-B- 394551	11-05-92
		AU-B- 594459	08-03-90
		AU-B- 7263087	12-11-87
		CA-A- 1293202	17-12-91
		DE-A- 3714161	12-11-87
		JP-A- 63034500	15-02-88
		SE-B- 465922	18-11-91
		SE-A- 8701858	09-11-87
		US-A- 4817673	04-04-89

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dema. internationale No  
PCT/EP 95/04403

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
CIB 6 : B29C47/02 F16L1/11

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 6 F16L B29C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	FR,A,2 579 926 (LEGEAIS, JOSEPH) 10 Octobre 1986 voir figures 1-4 voir page 4, ligne 26 - page 5, ligne 18 voir page 6, ligne 2 - ligne 5 ---	1-4, 6-10,13
X	EP,A,0 159 307 (KABEL- UND GUMMIWERKE A.G.) 23 Octobre 1985 cité dans la demande voir revendications 3,4 voir figure 1 ---	1,2,6
A	---	3-5,7-13
X	DE,A,22 48 441 (BERGEMANN, HANS) 11 Avril 1974 voir le document en entier ---	13
Y	---	1-12
	-/--	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

\*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

\*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

\*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

\*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

7 Mars 1996

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

14.03.96

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tél. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Jensen, K

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dema internationale No  
PCT/EP 95/04403

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US,A,4 277 432 (WOINOWSKI) 7 Juillet 1981 voir le document en entier ---	1-12
A	GB,A,2 190 458 (ATLAS POWDER COMPANY) 18 Novembre 1987 voir abrégé voir figures 1,2,4 -----	1-12

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Dema. internationale No

PCT/EP 95/04403

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR-A-2579926	10-10-86	AUCUN	
EP-A-159307	23-10-85	BE-A- 899206	16-07-84
DE-A-2248441	11-04-74	AUCUN	
US-A-4277432	07-07-81	AUCUN	
GB-A-2190458	18-11-87	AT-B- 394551	11-05-92
		AU-B- 594459	08-03-90
		AU-B- 7263087	12-11-87
		CA-A- 1293202	17-12-91
		DE-A- 3714161	12-11-87
		JP-A- 63034500	15-02-88
		SE-B- 465922	18-11-91
		SE-A- 8701858	09-11-87
		US-A- 4817673	04-04-89